



SEMINAR OF  
TECHNOLOGY & ARTS  
20211019

授課教師:許素朱教授  
報告學生:翁政弘 iPhD109003815

# Touch&Fold: A Foldable Haptic Actuator for Rendering Touch in Mixed Reality

Shan-Yuan Teng, University of Chicago, United States



<https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3411764.3445099>

# ABSTRACT

PROPOSE

a nail-mounted foldable haptic device

PROVIDES

tactile feedback to mixed reality (MR) environments

HOW

pressing user's fingerpad when a user touches a virtual object

WHAT IS  
NOVEL

it quickly tucks away when the user interacts with real-world objects

# INTRODUCTION

混合現實 (MR) 允許將數字內容與我們的現實世界環境疊加，從而創建強大的新工具。許多人認為，混合現實的下一個挑戰是增加觸覺。在過去的幾十年中，觸覺設備數目可觀的已經允許用戶感受到力（例如，外骨骼手套[[CHOI & FOLLMER, 2016](#)]）和聯繫人從與虛擬物體（交互例如，在指腹[振動[KIM, 2016](#)]）



# INTRODUCTION

然而，研究人員認為 MR 的觸覺本質上不同於虛擬現實 (VR) 的觸覺，因為它們必須讓用戶的雙手騰出，以使用戶也可以與真實物體進行交互 [ [LOPES, 2018](#) , [WITHANA ,2018](#) ]。

最近，研究人員通過使用肌肉電刺激代替傳統的外骨骼，在 MR 中提出了無阻礙的力反饋 [ [LOPES ET AL., 2018](#) ]



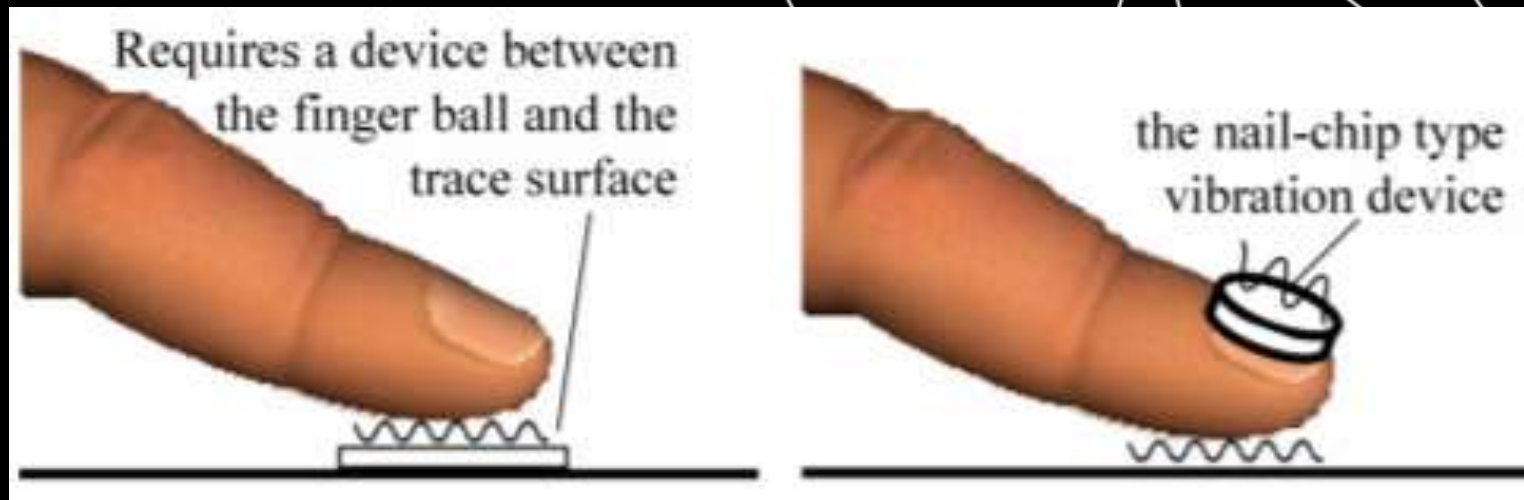
# INTRODUCTION

到目前為止，還沒有設備可以在不遮住手指的情況下為 MR 中的用戶提供手指觸摸的感覺。現有的方法包括在指墊上應用致動器，例如薄電極 [KAJIMOTO, 2012] 或軟致動器 [HAN ET AL., 2018]。雖然其中一些也是為了盡量減少對用戶觸感的干擾，但添加這些薄貼片會降低人們區分紋理表面的能力，因為這些貼片會損害我們指墊的觸覺敏銳度 [NITTALA ET AL., 2019]



# INTRODUCTION

當談到在不覆蓋指墊的情況下在 MR 中渲染觸摸時，最有前途的解決方案仍然是在用戶的指甲上放置一個振動電機 [ [ANDO ET AL., 2007](#) ]。雖然這樣可以使指墊自由，但它有兩個主要缺點：它不會產生壓力，而且它的反饋是不切實際的，因為它發生在指甲上而不是指墊上。



# INTRODUCTION

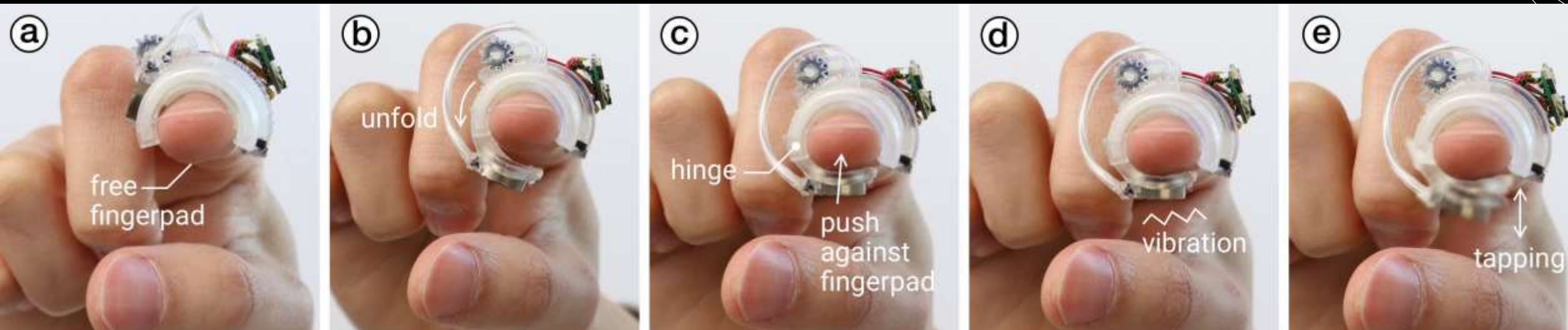
我們通過設計一種可折疊的觸覺設備來應對這一挑戰，該設備通過按壓用戶的指墊為虛擬對象提供觸覺反饋，但在用戶抓住真實對象時會迅速收起。我們的設備（如圖所示）通過展開一個覆蓋並壓在用戶指墊上的蓋子來工作。其緊湊外形的關鍵在於展開的蓋子可以通過電機驅動的導軌縮回並存放在指甲的頂部。





# INTRODUCTION

除呈現觸感之外，還通過嵌入其外殼的線性共振致動器LRA來呈現**紋理**



- (a) 在不使用時，我們的設備保持指板自由，以感受真實世界物體的觸覺。激活後，它會展開
- (b) 通過齒條和小齒輪，以及
- (c) 鉸鏈將作用力重定向到用戶的指墊上，接觸（蓋子的壓力），
- (d) 高頻紋理（使用嵌入在cover附蓋上的線性諧振執行器）
- (e) 低頻紋理（通過前後搖動Cover附蓋）。

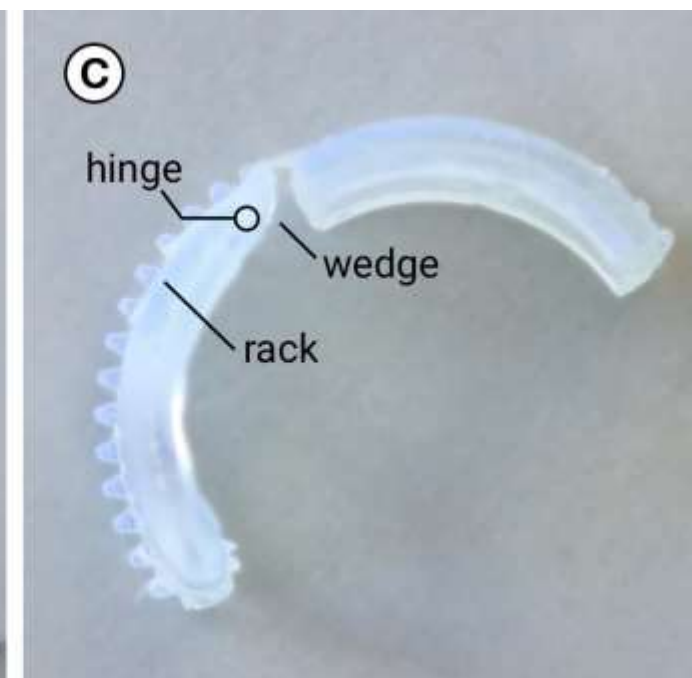
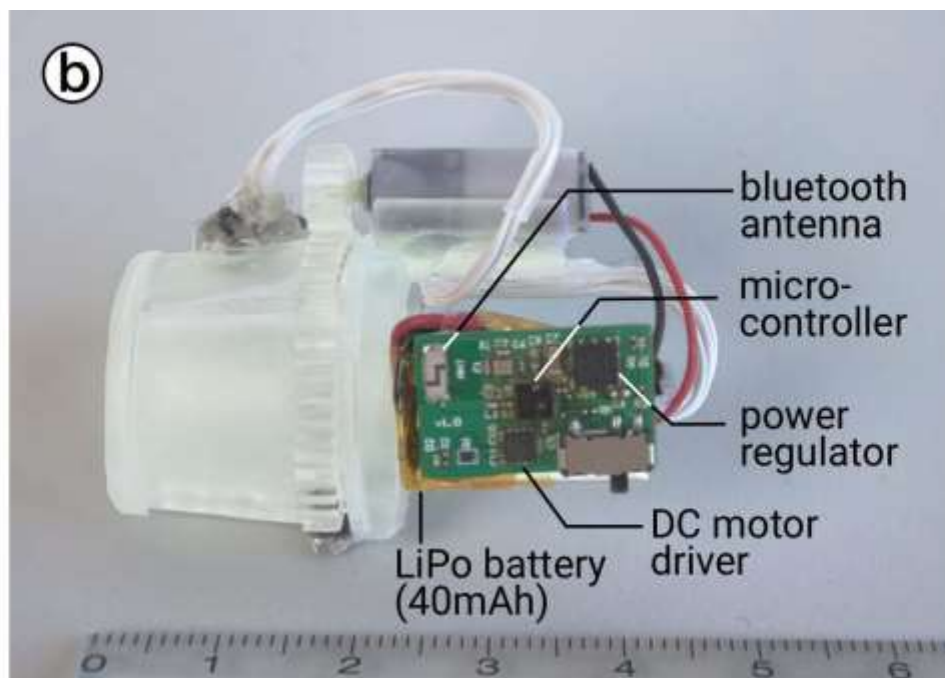
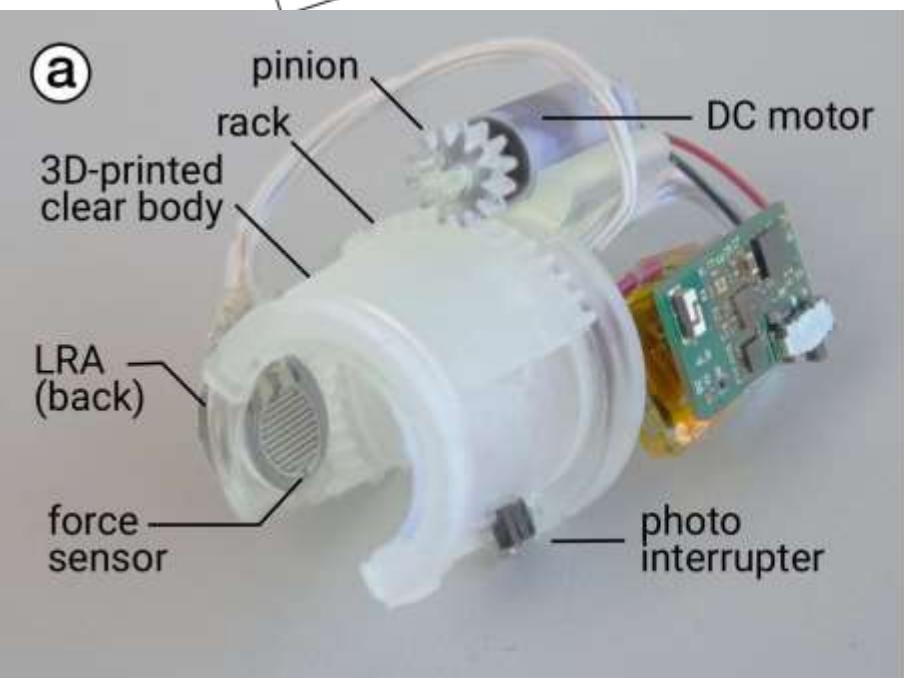
從而產生三種觸覺效果：

# IMPLEMENTATION

(a) 獨立觸覺設備

(b) 其封面的詳細信息 (標尺單位為 cm)

(c) 設備的頂視圖



## 裝置細部規格說明

設備使用安裝在 3D 打印導軌驅動器 ( 齒條 26 齒和小齒輪 12 齒 ) 上的直流電機 ( 26:1 亞微型行星齒輪電機 0.1 kg-cm , Pololu ) 展開。

我們在接觸用戶手指的外殼中嵌入了一個線性諧振執行器 ( LRA C10-100 , Precision Micro Drives ) , 使我們的設備能夠呈現更廣泛的紋理 ( 150-190 Hz 之間 ) 。

連接在蓋子內部的力傳感器 ( FSR 400 , Interlink Electronics ) 用作反饋信號 , 用於微調施加在指墊上的壓力量。

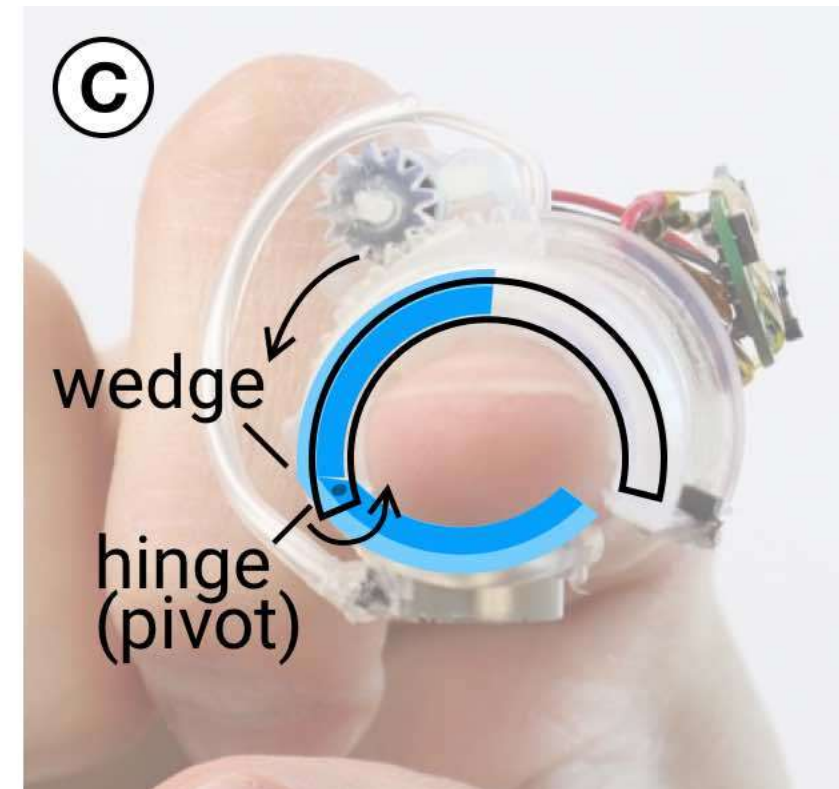
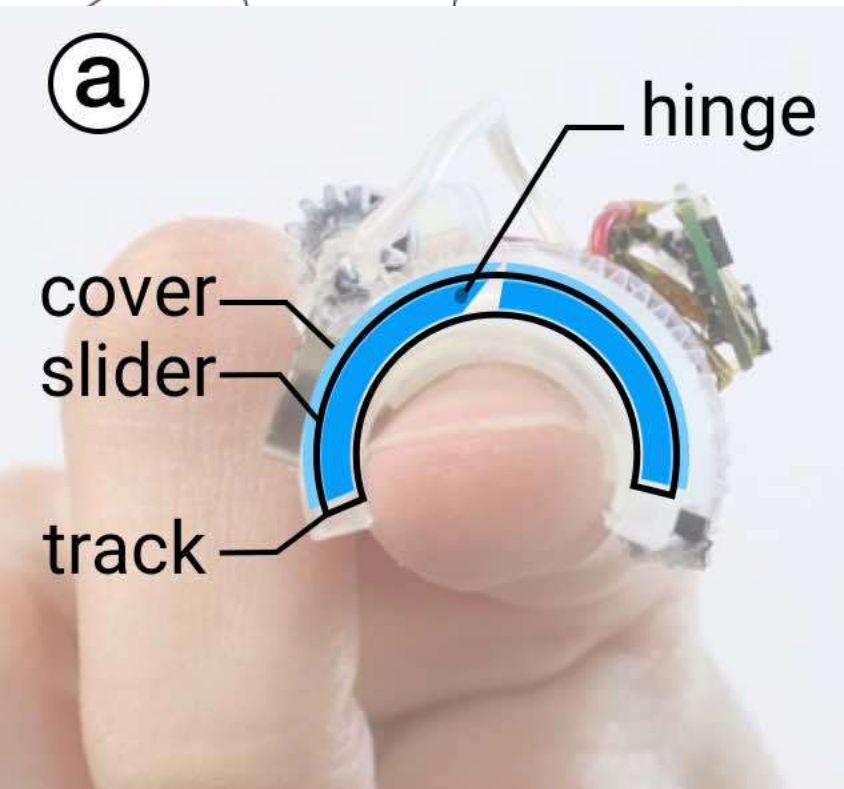
最後 , 使用光電斷路器 ( SG-105F , Kodenshi ) 來感應蓋子何時完全縮回 , 作為停止驅動我們的直流電機的信號。

我們的 16.8x10.3 毫米 PCB 在其核心裝有一個帶藍牙低功耗的微控制器 ( nRF52811 , Nordic Semiconductor ) 帶有陶瓷芯片天線 ( W3008C , Pulse Larsen )

# MAIN CONTRIBUTION

機制展開的關鍵是

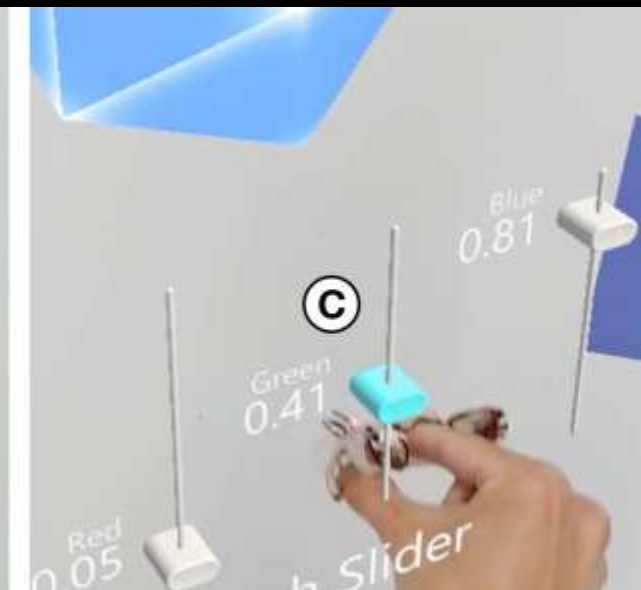
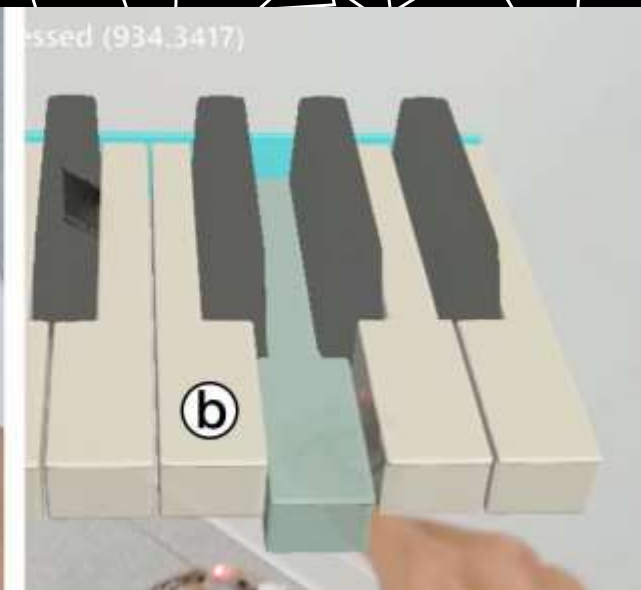
- (a) 它的蓋子由兩部分組成
- (b) 鉸鏈基於兩個棘爪，它們形成一個止動件
- (c) 迫使蓋子樞轉並被楔子推向指墊。



# DEMONSTRATING FOLDABLE ACTUATORS

用現有 MICROSOFT HOLOLENS 混合現實工具包 (MRTK) 中的 GUI 小部件添加接觸觸覺反饋，同時保留感覺物理對象的能力：

- (A) 按下物理鋼琴鍵
- (B) 按下虛擬鋼琴鍵
- (C) 捏滑塊，
- (D) 抓取物體，在這種情況下是一個咖啡杯。



# CONCLUSION

人生物本能感知觸覺

在穿戴式與虛擬實境中

科技藝術的結合—持續追逐人希望最最真實的那一面感知

與虛擬互動的渴望

互補體驗滿足人的感知是一直言就持續的原力